

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-77105

(P2001-77105A)

(43)公開日 平成13年3月23日(2001.3.23)

(51)Int.Cl.⁷
H 01 L 21/316

識別記号

F I
H 01 L 21/316

テマコト⁷(参考)
P 5 F 0 5 8
X

審査請求 有 請求項の数6 O.L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平11-247727

(22)出願日 平成11年9月1日(1999.9.1)

(71)出願人 390002761
キヤノン販売株式会社
東京都港区三田3丁目11番28号

(71)出願人 391007873
株式会社半導体プロセス研究所
東京都港区港南2-13-29

(72)発明者 前田 和夫
東京都港区港南2-13-29株式会社半導体
プロセス研究所内

(74)代理人 100091672
弁理士 岡本 啓三

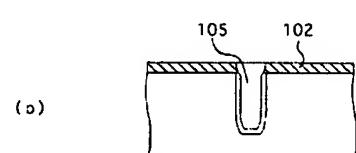
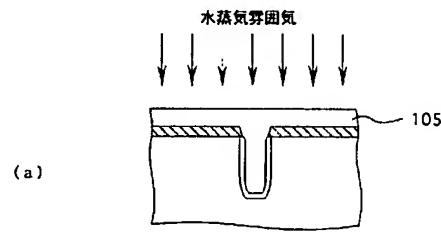
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 絶縁膜の膜質改善方法

(57)【要約】

【課題】 N₂ (窒素) を用いる熱処理とは異なる新規な絶縁膜の膜質改善方法、及びそれを用いて作成される半導体装置を提供すること

【解決手段】 ウエハ101 (被形成体) 上にS i O₂ 膜105 (絶縁膜) を形成する工程と、前記S i O₂ 膜105 (絶縁膜) を形成後、該S i O₂ 膜105 (絶縁膜) の表面を水蒸気を含む雰囲気に曝して該S i O₂ 膜105 (絶縁膜) を熱処理する工程とを含む絶縁膜の膜質改善方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被形成体上に SiO_2 膜を形成する工程と、

前記 SiO_2 膜を形成後、該 SiO_2 膜の表面を水蒸気を含む雰囲気中に曝して該 SiO_2 膜を熱処理する工程とを含む絶縁膜の膜質改善方法。

【請求項2】 前記 SiO_2 膜は、TEOS (Tetraethylorthosilicate) を反応ガス中に含む化学的気相成長法により形成されることを特徴とする請求項1に記載の絶縁膜の膜質改善方法。

【請求項3】 前記水蒸気は、前記雰囲気中に水素と酸素とを供給して生成されることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の絶縁膜の膜質改善方法。

【請求項4】 前記水蒸気は、水をバーピングさせて前記雰囲気中に供給されることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の絶縁膜の膜質改善方法。

【請求項5】 前記熱処理は、前記雰囲気の温度が 80°C 以上 1100°C 以下の範囲内で行われることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一に記載の絶縁膜の膜質改善方法。

【請求項6】 請求項1から請求項5のいずれか一に記載の絶縁膜の膜質改善方法を用いて作製された半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、絶縁膜の膜質改善方法及び半導体装置に関し、より詳細には、TEOS (Tetraethylorthosilicate) を反応ガス中に含むCVD法（化学的気相成長法）により形成される SiO_2 膜（絶縁膜）に含まれる炭化水素等の不純物を低減し、該 SiO_2 膜を緻密にする SiO_2 膜の膜質改善方法及び半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、シリコンウエハ等の被形成体上に SiO_2 膜等の絶縁膜を形成した後、該絶縁膜に対してアニーリングと呼ばれる熱処理が行われる。この熱処理は、絶縁膜の膜質を改善する目的で行われるものである。そして、この熱処理は、 N_2 等の不活性ガスを含む高温雰囲気中に絶縁膜の表面を曝すことにより行われる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、 N_2 (窒素) を用いる熱処理とは異なる新規な絶縁膜の膜質改善方法、及びそれを用いて作成される半導体装置を提供することを目的とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記した課題は、第1の発明である、被形成体上に SiO_2 膜を形成する工程と、前記 SiO_2 膜を形成後、該 SiO_2 膜の表面を水蒸気を含む雰囲気中に曝して該 SiO_2 膜を熱処理する

工程とを含む絶縁膜の膜質改善方法によって解決する。

【0005】 または、第2の発明である、前記 SiO_2 膜は、TEOS (Tetraethylorthosilicate) を反応ガス中に含む化学的気相成長法により形成されることを特徴とする第1の発明に記載の絶縁膜の膜質改善方法によって解決する。または、第3の発明である、前記水蒸気は、前記雰囲気中に水素と酸素とを供給して生成されることを特徴とする第1の発明又は第2の発明に記載の絶縁膜の膜質改善方法。

【0006】 または、第4の発明である、前記水蒸気は、水をバーピングさせて前記雰囲気中に供給されることを特徴とする第1の発明又は第2の発明に記載の絶縁膜の膜質改善方法によって解決する。または、第5の発明である、前記熱処理は、前記雰囲気の温度が 80°C 以上 1100°C 以下の範囲内で行われることを特徴とする第1の発明から第4の発明のいずれか一に記載の絶縁膜の膜質改善方法によって解決する。

【0007】 または、第6の発明である、第1の発明から第5の発明のいずれか一に記載の絶縁膜の膜質改善方法を用いて作製された半導体装置によって解決する。

【0008】

【作用】 本発明に係る絶縁膜の膜質改善方法では、TEOS (Tetraethylorthosilicate) を反応ガス中に含むCVD法（化学的気相成長法）で形成された SiO_2 膜（絶縁膜）の表面を、水蒸気を含む雰囲気に曝して熱処理を行う。このようにすると、水蒸気、あるいは水蒸気から解離したOH基が SiO_2 膜の内部に入り込み、それにより膜中に含まれている炭化水素等の不純物が酸化されて膜外に離脱させられる。また、これと同時に、水蒸気を含む雰囲気の強い酸化力により、膜中に含まれる Si (シリコン) 原子の未結合手が SiO_2 結合に置換される。

【0009】 本願発明者が行った測定結果によれば、図3に示すように、このように熱処理を行うと、 N_2 (窒素) 雰囲気中での熱処理に比べて低い温度で熱酸化膜の膜質に近い SiO_2 を得ることができる事が分かった。これは、上のような不純物の離脱と、 Si (シリコン) 原子の未結合手の SiO_2 結合への置換が比較的低温で行われるためであると考えられる。これにより、 N_2 (窒素) 雰囲気中での熱処理に比べて低温度で熱処理を行うことができ、高温雰囲気中で熱処理を行うことに起因するデバイス不良を防ぐことができる。

【0010】 また、本願発明者が行った別の測定結果によると、図4に示すように、膜質改善の効果は SiO_2 膜の上層部だけでなく、膜の表面から $1.0 \mu\text{m}$ 程度の深さにまで及ぶのが分かった。そのため、例えば溝の深いトレンチ内に形成された SiO_2 膜に対しても膜質改善を行うことができる。更に、本願発明者が行った他の測定結果によると、図5に示すように、熱処理後の膜厚変化は、 N_2 (窒素) 雰囲気中での熱処理に比べて小さ

いことが分かった。これは、溝の深いトレンチ内の側壁部、及び底部のSi（シリコン）層を熱酸化することにより新しいSiO₂が膜中に生成され、この新しく生成されたSiO₂の量の分だけ膜の収縮が緩和されるためであると考えられる。これにより、膜の収縮に起因するデバイス不良を防ぐことができる。

【0011】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

(1) 本実施形態に係る絶縁膜の膜質改善方法についての説明

図1(a)～(d)、及び図2(a)～(c)は、本実施形態に係る絶縁膜の膜質改善方法について示す断面図である。

【0012】以下では、本発明に係る絶縁膜の膜質改善方法を、素子分離用のSTI (Shallow-Trench-Isolation)構造の埋め込み工程を例にして説明する。まず、図1(a)に示すように、被形成体であるウエハ（シリコン単結晶）101の表面に、開口部102aを有するSiN膜102を形成する。

【0013】次に、図1(b)に示すように、SiN膜102をマスクにし、ドライエッチングを行う。これにより、開口部102a直下のウエハ（シリコン単結晶）101が選択的にエッチングされ、トレンチ103が形成される。続いて、図1(c)に示すように、高温の酸素雰囲気にウエハ（シリコン単結晶）101を曝し、トレンチ103内に熱酸化膜104を形成する。

【0014】次に、図1(d)に示すように、全体にSiO₂膜105（絶縁膜）を形成する。このSiO₂膜105は、TEOSと高濃度のO₃とを反応ガス中に含む常圧CVD法（常圧化学的気相成長法）で形成される。反応ガス中にO₃が比較的高濃度で添加されると、これにより形成されるSiO₂膜105は表面流動性（以下フロー特性とも言う）を呈することが知られている。

【0015】このフロー特性は、TEOS分子の重合体（以下TEOSオリゴマーとも言う）がシリコンウエハ等の被形成体上に成膜時に多数形成され、該TEOSオリゴマーがシリコンウエハの表面を流動することに起因していると考えられている。そして、このフロー特性により、トレンチ103内部がSiO₂膜105で隙間無く埋め尽くされる。このSiO₂膜105の成膜条件を表1に示す。

【0016】

【表1】

| 項目 | 条件値 |
|------------------------|----------------------|
| ウエハ温度 | 415°C |
| O ₂ 流量 | 7.5slm |
| N ₂ 流量 | 18.0slm |
| TEOS/N ₂ 流量 | 1.5slm |
| O ₃ 濃度 | 130g/Nm ³ |
| 堆積膜厚 | 1.2 μm |

【0017】なお、TEOSと高濃度のO₃とを反応ガス中に含む常圧CVD法に代えて、同様の反応ガスを用いる準常圧CVD法、又は減圧CVD法を用いてSiO₂膜105を形成しても、以下における結果は同一である。ところで、上のようにTEOSを含む反応ガスを用いたCVD法で形成したSiO₂膜105には、膜中に炭化水素等の不純物が含まれる。このような不純物は、半導体装置の特性に悪影響を与える。そのため、SiO₂膜105に対して、炭化水素等の不純物を低減し、その膜質を改善する必要がある。

【0018】これを行うために、図2(a)に示すように、SiO₂膜105に対して熱処理を行う。この熱処理は、SiO₂膜105の表面を水蒸気を含む雰囲気しさらすことにより行われる。本実施形態では、熱処理を行うためのチャンバ（図示しない）内を水蒸気を含む雰囲気にするために、該チャンバに酸素と水素とを供給して反応させる（水素燃焼法）。このときの熱処理条件（温度、酸素流量、及び水素流量）、及び膜質改善後のSiO₂膜105の膜質については後述する。なお、上のような水素燃焼法に代えて、水をバーリングさせることにより水蒸気をチャンバに供給しても、以下における結果は同一である。

【0019】このように熱処理が終了すると、次に図2(b)に示すように、SiO₂膜105の表面をCMP(Chemical-Mechanical-Polishing)法により研磨して除去する。最後に、図2(c)に示すように、ウエハ（シリコン単結晶）101の表面に形成されているSiN膜102を除去し、STI構造の埋め込み工程を終了する。

【0020】(2) 比較例

以下では、図2(a)に示されるような水蒸気を含む雰囲気中で行う熱処理を行った後のSiO₂膜105の膜質について、本願発明者が行った様々な測定結果に基づいて説明する。特に、その膜質について、N₂（窒素）を用いて熱処理をした場合と比較しながら説明する。

【0021】本願発明者は、膜質改善後のSiO₂膜105の膜質を評価するために、(I) 热処理温度とSiO₂膜105の熱酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比との関係、(II) SiO₂膜105の表面からの深さとその深さにおけるSiO₂膜105の熱酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比との関係、及び(I) SiO₂膜105の熱処理温度と膜厚変化との関係について調べた。

【0022】(I) 热处理温度と SiO_2 膜105の热酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比との関係 SiO_2 膜105の热酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比は、(SiO_2 膜105のウエット・エッチ・レート) / (酸化膜のウエット・エッチ・レート) で定義され、これは SiO_2 膜105の膜質にどれほど近いものであるのかを判断する一つの目安になる。

【0023】すなわち、膜中に $\text{Si}-\text{O}$ 結合の未結合手、又は炭化水素等の不純物が含まれると、それらにより膜のウエット・エッチ・レートは高くなるため、热酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比も高くなる。逆に、膜中の未結合手、又は不純物が少ないと、膜のウエット・エッチ・レートは热酸化膜のそれに近くなり、热酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比は1に近くづく。従って、热酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比が1に近いほど、膜中に含まれる未結合手、及び不純物が少なく、その膜質は热酸化膜のそれに近いということになる。

| 項目 | 条件値 | |
|-----------------|--|--------------------|
| | N_2 雰囲気で热处理(比較例) | 水蒸気を含む雰囲気で热处理(本発明) |
| N_2 流量 | 10.0slm | |
| H_2 流量 | | 6.0slm |
| O_2 流量 | | 8.0slm |
| 热处理温度 | 800°C, 850°C, 900°C, 950°C, 1000°C, 1050°C, 1100°C | |
| 热处理時間 | 30分 | |

【0026】図3から明らかなように、 N_2 雰囲気における热处理では、1100°Cの热处理後にもウエット・エッチ・レート比が1.1より小さくなることは無い。これに対して热处理を本発明のように水蒸気を含む雰囲気中で行った場合は、それより低い温度の1000°Cの热处理後でウエット・エッチ・レート比が1.06となり、1.1より小さくなる。

【0027】従って、上の結果から、本発明に係る絶縁膜の膜質改善方法を用いると、 SiO_2 膜105の膜質は、 N_2 雰囲気で热处理を行う場合に比べて低い温度で热酸化膜の膜質により近づけることができる。この理由は以下のように考えられる。すなわち、热处理雰囲気中に水蒸気が含まれているとその雰囲気の酸化力が増大し、この酸化力により、 SiO_2 膜105の膜中に含まれる炭化水素等の不純物が低分子量の CO_2 や H_2O 等に酸化されて膜外に容易に離脱させられる。これと同時に、 SiO_2 膜105の膜中に存在する Si (シリコン) 原子の未結合手が SiO_2 結合に完全に置換される。そして、この置換が比較的低い温度で行われることにより、 N_2 雰囲気で热处理を行う場合よりも低い温度で SiO_2 膜105の膜質が热酸化膜のそれにより近づくものと考えられる。

【0028】このように、本発明に係る絶縁膜の膜質改善方法を SiO_2 膜105に適用することにより、 N_2

【0024】ところで、ウエハを高温雰囲気中に置くと、ウエハの反りによる応力のために Si (シリコン) 結晶中に格子欠陥が誘起され、デバイス不良が引き起こされることが考えられる。そのため、上の热处理はできるだけ低い温度で行われるのが好ましい。図3は、热处理温度と SiO_2 膜105の热酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比との関係について示す特性図である。このときの SiO_2 膜105の成膜条件は表1に示される通りである。また、エッティング液には、2%のフッ酸緩衝溶液を用いた。図3には、比較のために、热处理を N_2 (窒素) 雰囲気中で行った場合の結果を併記してある。このときの热处理条件は表2に示される通りであり、热处理温度が800°C、850°C、900°C、950°C、1000°C、1050°C、及び1100°Cの場合について測定した。

【0025】

【表2】

(窒素) を用いる热处理を適用する場合に比べ、より低温で該 SiO_2 膜105の膜質を热酸化膜の膜質に更に近づけることができる。

【0026】(II) SiO_2 膜105の表面からの深さとその深さにおける SiO_2 膜105の热酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比との関係

本願発明者は、トレンチ103の幅が狭い場合、図1(d)で示されるトレンチ103への SiO_2 膜105(絶縁膜)埋め込み工程において、該トレンチ103に埋め込まれた SiO_2 膜105の内部に、図6(a)に示されるように炭化水素等の不純物106が多く含まれるということを見出した。

【0029】これは、トレンチ103の幅が狭いと、該トレンチ103への SiO_2 膜105の埋め込みが短時間で終了してしまうため、オリゴマーを構成するTEOS系分子に多く含まれる炭化水素等の不純物が膜外に解離する時間が無いためであると考えられる。そこで、このような不純物を膜外に離脱させるために、本願発明者は SiO_2 膜105に対し、 N_2 (窒素) 雰囲気中で热处理を行った。その結果、本願発明者は、 N_2 (窒素) を用いた热处理では、トレンチ103の内部深くに上のように多く含まれている不純物を十分に低減させることができないということを見出した。これは、 N_2 (窒素) には酸化力が無いため、 N_2 (窒素) により不純物

106を膜外に十分に追い出すことができないためであると考えられる。

【0030】図6(b)は、N₂(窒素)を用いた熱処理では、膜の内部深くの不純物を十分低減できないことを示すために本願発明者が行った実験の結果について示す断面図である。同図は、SiO₂膜105を形成後、該SiO₂膜105をHF(フッ酸)やフッ酸緩衝溶液等のエッチング溶液に曝したときの様子を示すものである。これより分かるように、トレンチ103内部のSiO₂膜105にボイド107が形成される。これは、不純物106により、該不純物106が残留している部分のSiO₂膜105のエッチングレートが、不純物106が無い部分のSiO₂膜105に比べて高くなり、エッチングされ易くなるためであると考えられる。

【0031】上のようなことを防ぐために、SiO₂膜105に対する熱処理では、膜の表層部分だけでなく、膜中の深い部分にある不純物を低減できることが好ましい。そこで本願発明者は、本発明に係る絶縁膜の膜質改善方法により、SiO₂膜105の表面からどの程度の深さまで膜質改善の効果が及んでいるのかを調べるために、SiO₂膜105の表面からの深さとその深さにおけるSiO₂膜105の熱酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比との関係を調べた。

【0032】図4は、SiO₂膜105の表面からの深さとその深さにおけるSiO₂膜105の熱酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比との関係を示す特性図である。図4から明らかなように、SiO₂膜105の熱酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比は、膜の表面からの深さが0.0μm～1.0μmの範囲においてほぼ一定であることが分かる。これは、膜質改善の効果が膜の上層部だけでなく、膜中に一定に及んでいることを示すものである。

【0033】この結果より、本発明に係る絶縁膜の膜質改善方法では、N₂(窒素)を用いる熱処理に比べ、SiO₂膜105のより深い部分に対してその膜質を改善することが期待できる。

(III) SiO₂膜105の熱処理温度と膜厚変化との関係

一般に、SiO₂膜等の絶縁膜は、熱処理を行うと熱収縮する可能性がある。これは、絶縁膜が熱処理により緻密化され、密度増大分だけ膜が収縮するためである。

【0034】図7はこの様子を示すものであり、N₂(窒素)で熱処理する場合、図中の実線矢印の方向にSiO₂膜105が収縮する。そして、このSiO₂膜105の収縮に伴い、ウエハ(シリコン単結晶)101に対して、図中の破線矢印の方向の引っ張り応力が加わることになる。この引っ張り応力は、ウエハ(シリコン単結晶)101に結晶欠陥を引き起こし、デバイス不良の原因となるものである。

【0035】そのため、上のような熱収縮はできるだけ

小さい方が好ましい。そこで本願発明者は、本発明に係る絶縁膜の膜質改善方法により、SiO₂膜105の膜厚がどのように変化するのかを調べた。図5は、SiO₂膜105の熱処理温度と膜厚変化との関係について示す特性図である。図5には、比較のために、熱処理をN₂雰囲気中で行った場合の結果を併記してある。

【0036】図5から明らかのように、N₂雰囲気中における熱処理では、約300Å～500Åの膜厚減少が見られる。これに対し、本発明(水蒸気を含む雰囲気中における熱処理)では、950℃で約15Åの膜厚減少が見られ、最も膜厚変化の大きい1100℃でも100Åの膜厚増加が見られるだけである。これより、本発明に係る膜質改善方法を適用した場合のSiO₂膜105の膜厚変化は、N₂雰囲気中における熱処理を適用した場合に比べて小さくなることが分かる。

【0037】また、N₂雰囲気中における熱処理では、熱処理温度が増加するにつれて膜厚変化は単調に減少する。これは、熱処理温度の増加に伴い膜が緻密化されて密度が増加し、密度増加分だけ膜が収縮するためであると考えられる。これに対し、本発明(水蒸気を含む雰囲気中における熱処理)では、熱処理温度の増加に伴い膜厚変化は単調に増加する。この理由は次のように考えられる。すなわち、水蒸気を含む雰囲気の強い酸化力により、トレンチ103内の側壁部、及び底部のSi(シリコン)層が熱酸化されて新しいSiO₂が生成される。そして、この新しく生成されるSiO₂によるSiO₂膜105の膜厚増加が、炭化水素等の不純物の離脱による膜厚減少よりも多いため、SiO₂膜105全体の膜厚が増加する。そして、熱処理温度が高くなると、上のように新しく形成されるSiO₂の量が増加するため、膜厚変化は熱処理温度の関数として単調に増加すると考えられる。

【0038】なお、図5に示されるように、熱処理温度が950℃以下では、本発明に係る絶縁膜の膜質改善方法を適用したSiO₂膜105の膜厚変化は0よりも小さい。これは、この温度以下では、熱酸化による膜厚減少が、新しく形成されるSiO₂による膜厚増大よりも大きいためであると考えられる。また、熱処理温度が1000℃付近では、SiO₂膜105の膜厚変化はほぼ0である。これは、この温度では、炭化水素等の不純物の離脱による膜厚減少と新しく形成されるSiO₂による膜厚増大とが相殺し、SiO₂膜105全体の膜厚が変化しないためであると考えられる。

【0039】このように、本発明に係る絶縁膜の膜質改善方法では、N₂(窒素)雰囲気中における熱処理に比べ、熱処理に起因するSiO₂膜105の膜厚変化を小さくすることができる。なお、本実施形態では半導体装置のSTI構造の埋め込み工程を例にして本発明に係る絶縁膜の膜質改善方法を説明したが、本発明の適用範囲はこれに限るものではない。例えば、半導体装置の層間

絶縁膜等にも本発明を適用することができる。

【0040】また、上では本発明に係る絶縁膜の膜質改善方法について説明したが、該改善方法を用いて形成された絶縁膜を半導体装置に適用することができる。このような半導体装置では、その絶縁膜の中の不純物が十分に低減されているため、その特性が該不純物により悪影響を受けるという問題が生じにくい。また、熱処理に起因する絶縁膜の引っ張り応力により、該半導体装置がデバイス不良を起こすという問題も生じにくい。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る絶縁膜の膜質改善方法によれば、TEOSを反応ガス中に含むCVD法で形成されるSiO₂膜に対し、水蒸気を含む雰囲気中で熱処理を行うことにより、以下のような効果を得ることができる。

(1) N₂雰囲気中で熱処理を行う場合に比べ、より低い温度でより熱酸化膜に近い膜質のSiO₂膜を得ることができる。

(2) N₂雰囲気中で熱処理を行う場合に比べ、膜のより深い部分に対しても膜質改善を施すことが期待できる。

(3) N₂雰囲気中で熱処理を行う場合に比べ、膜厚変化を小さくすることができる。また、本発明に係る絶縁膜の膜質改善方法を用いた絶縁膜を半導体装置に適用することにより、絶縁膜中の不純物、及び熱処理に起因する引っ張り応力が十分に低減されるので、デバイス不良を起こしにくい半導体装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る絶縁膜の膜質改善方法について示す断面図（その1）である。

【図2】本発明の実施の形態に係る絶縁膜の膜質改善方法について示す断面図（その2）である。

【図3】本発明の実施の形態に係る絶縁膜の膜質改善方法を適用したSiO₂膜の熱処理温度と熱酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比との関係について示す特性図である。

【図4】本発明の実施の形態に係る絶縁膜の膜質改善方法を適用したSiO₂膜の表面からの深さとその深さにおける熱酸化膜に対するウエット・エッチ・レート比との関係を示す特性図である。

【図5】本発明の実施の形態に係る絶縁膜の膜質改善方法を適用したSiO₂膜の熱処理温度と膜厚変化との関係について示す特性図である。

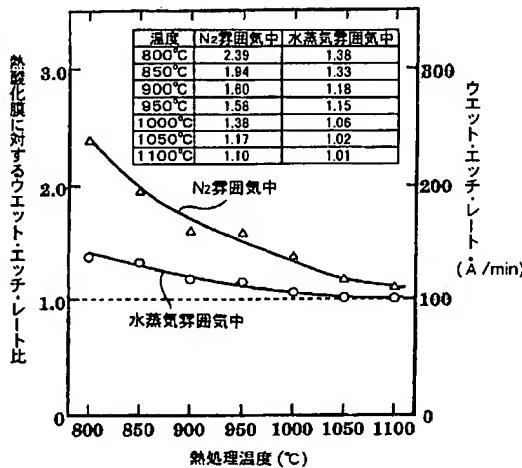
【図6】比較例に係る絶縁膜の膜質改善方法の問題点について説明するための断面図（その1）である。

【図7】比較例に係る絶縁膜の膜質改善方法の問題点について説明するための断面図（その2）である。

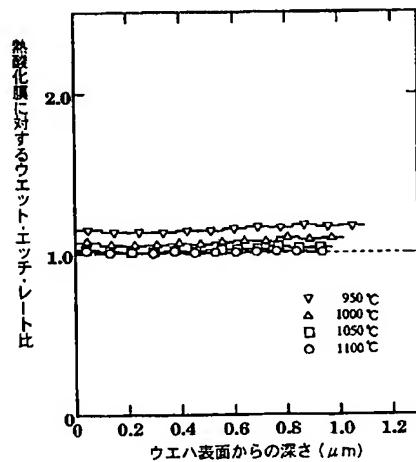
【符号の説明】

- 101 ウエハ（シリコン単結晶）、
- 102 SiN膜、
- 102a 開口部、
- 103 トレンチ、
- 104 热酸化膜、
- 105 SiO₂膜、
- 106 不純物、
- 107 ポイド。

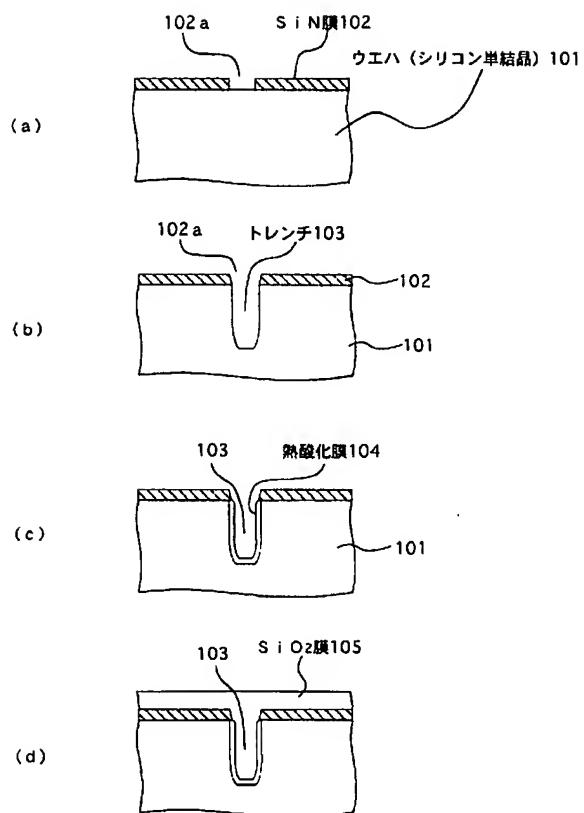
【図3】



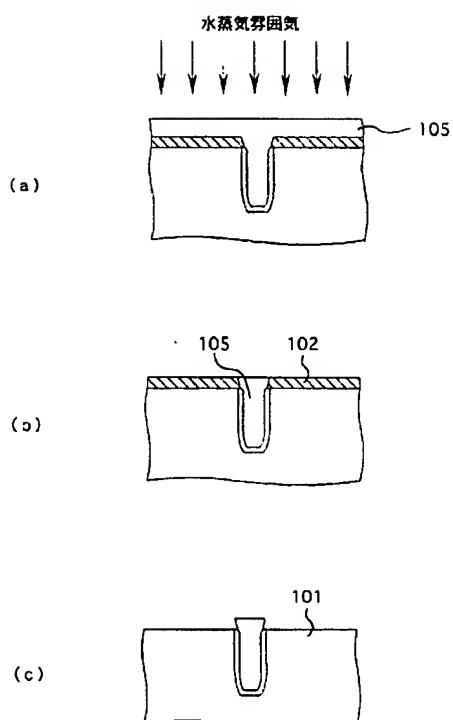
【図4】



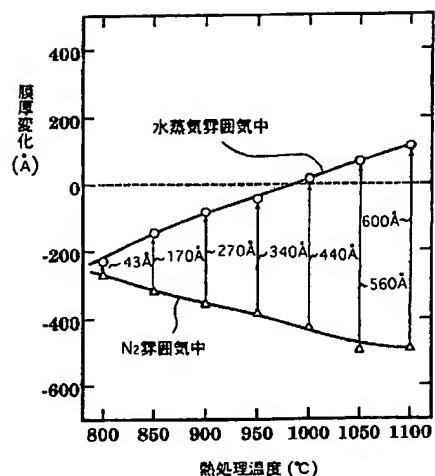
【図1】



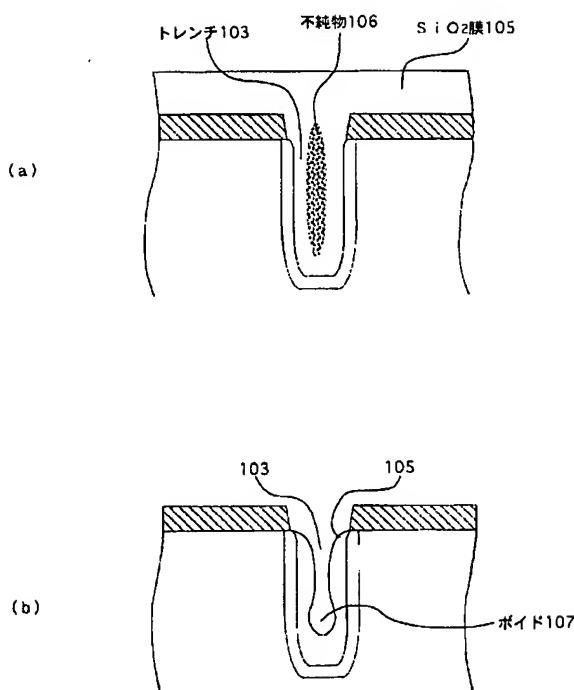
【図2】



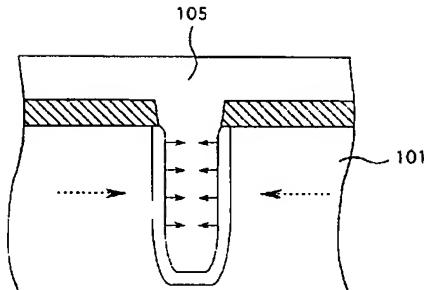
【図5】



【図6】



【図7】



【手続補正書】

【提出日】平成12年4月27日(2000.4.27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 C(炭素)とH(水素)とを含むSiO₂膜を被形成体上に形成する工程と、前記SiO₂膜を形成後、該SiO₂膜を水蒸気を含む雰囲気中で熱処理して、該SiO₂膜に含まれる前記C(炭素)とH(水素)とを酸化して膜外に放出させる工程とを含むSiO₂膜の膜質改善方法。

【請求項2】 前記SiO₂膜は、TEOS(Tetra Ethyl Ortho Silicate)を反応ガス中に含む化学的気相成長法により形成されることを特徴とする請求項1に記載のSiO₂膜の膜質改善方法。

【請求項3】 前記水蒸気は、前記雰囲気中に水素と酸素とを供給して生成されることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のSiO₂膜の膜質改善方法。

【請求項4】 前記水蒸気は、水をバーリングさせて前記雰囲気中に供給されることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のSiO₂膜の膜質改善方法。

【請求項5】 前記熱処理は、前記雰囲気の温度が800℃以上1100℃以下の範囲内で行われることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一に記載のSiO₂膜の膜質改善方法。

【請求項6】 請求項1から請求項5のいずれか一に記載のSiO₂膜の膜質改善方法で膜質が改善されたSiO₂膜を備えた半導体装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】

【課題を解決するための手段】上記した課題は、第1の発明である、C(炭素)とH(水素)とを含むSiO₂膜を被形成体上に形成する工程と、前記SiO₂膜を形成後、該SiO₂膜を水蒸気を含む雰囲気中で熱処理して、該SiO₂膜に含まれる前記C(炭素)とH(水素)とを酸化して膜外に放出させる工程とを含むSiO₂膜の膜質改善方法によって解決する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】又は、第2の発明である、前記SiO₂膜は、TEOS(Tetra Ethyl Ortho Silicate)を反応ガス中に含む化学的気相成長法により形成されることを特徴とする第1の発明に記載のSiO₂膜の膜質改善方法によって解決する。又は、第3の発明である、前記水蒸気は、前記雰囲気中に水素と酸素とを供給して生成されることを特徴とする第1の発明又は第2の発明に記載のSiO₂膜の膜質改善方法によって解決する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】又は、第4の発明である、前記水蒸気は、水をバーリングさせて前記雰囲気中に供給されることを特徴とする第1の発明又は第2の発明に記載のSiO₂膜の膜質改善方法によって解決する。又は、第5の発明である、前記熱処理は、前記雰囲気の温度が800℃以上1100℃以下の範囲内で行われることを特徴とする

第1の発明から第4の発明のいずれか一に記載のSiO₂膜の膜質改善方法によって解決する。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】又は、第6の発明である、第1の発明から第5の発明のいずれか一に記載のSiO₂膜の膜質改善方法で膜質が改善されたSiO₂膜を備えた半導体装置によって解決する。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】次に、本発明の作用について説明する。本発明に係るSiO₂膜の膜質改善方法では、C(炭素)とH(水素)とを含むSiO₂膜を被形成体上に形成し、このSiO₂膜を水蒸気を含む雰囲気中で熱処理する。このようにすると、水蒸気、あるいは水蒸気から解離したOH基がSiO₂膜の内部に入り込み、それにより膜中に含まれている炭化水素等の不純物が酸化されて膜外に離脱させられる。また、これと同時に、水蒸気を含む雰囲気の強い酸化力により、膜中に含まれるSi(シリコン)原子の未結合手がSiO₂結合に置換される。

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 摂

東京都港区港南2-13-29株式会社半導体
プロセス研究所内

F ターム(参考) 5F058 BA02 BC02 BF02 BF25 BF29

BH01 BH03 BJ01 BJ06